

Ultrasonido: una revisión de la literatura sobre sus usos en endodoncia

Ultrasonics: a review of the literature about its applications in endodontics

Resumen

En las últimas décadas, el tratamiento endodóntico se vio beneficiado por el desarrollo de nuevas técnicas y equipamientos mejorando el resultado y pronóstico del mismo. Innovaciones como el microscopio operativo y el ultrasonido son de importante ayuda en el tratamiento de casos difíciles. El ultrasonido se emplea en endodoncia para realizar apertura, limpieza y conformación de los conductos radiculares. También para obturación, remoción de materiales y obstrucciones y conformación de retrocavidades en cirugía paraendodóntica.

El propósito de esta revisión de la literatura es informar sobre los numerosos usos que tiene el ultrasonido en la práctica endodóntica moderna.

PALABRAS CLAVE: endodoncia, innovaciones, ultrasonido.

Summary

In the last decades, endodontics has been benefited through the development of new techniques and equipment improving treatment results and predictability. Innovation such as the operating microscope and ultrasonics are important help in the treatment of difficult cases. Ultrasonics in endodontics has applications such as gaining access to canal opening, cleaning and shaping of the root canals, as well for obturation, removal of intracanal materials and obstructions, and root-end cavity preparation in surgical endodontics.

The aim of this review is reporting the numerous uses of ultrasonics in modern endodontic practice.

KEY WORDS: endodontics, innovations, ultrasonics.

ROMANO,
TERESITA GISELA

*Especialista en Endodoncia.
Argentina*

Introducción

En las últimas décadas, la endodoncia se vio beneficiada con el advenimiento del microscopio operativo y el ultrasonido (US). Este último empezó a usarse en odontología restaurativa pero su uso no fue popular porque no competía con la efectividad de la pieza de mano. Zinner en 1955 reportó el uso de la instrumentación ultrasónica para remover depósitos de la superficie dentaria. Esto fue luego perfeccionado por Johnson y Wilson para la remoción de placa y cálculo dental.

El ultrasonido en endodoncia fue introducido por Richman en 1957. Sin embargo Martin y col. demostraron la capacidad de corte dentinario que tienen las limas tipo K activadas ultrasónicamente. El término *endosonics* fue introducido por Martin y Cunningham y definido como el sistema ultrasónico y sinérgico de instrumentación y desinfección del conducto radicular.¹

El US tiene una frecuencia que supera el rango del oído humano, la cual es de 20 kHz. El rango de frecuencia empleado en las unidades ultrasónicas originales fue entre 25 y 40 kHz. Posteriormente se desarrollaron piezas de mano ultrasónicas que operan entre 1 y 8 hKz, lo cual produce bajo estrés de corte causando menor alteración en la superficie de los dientes.

Hay dos métodos básicos de producir ultrasonido. El primero es por magnetostricción, que convierte la energía electromagnética en energía mecánica, dando como resultado vibraciones. Las puntas de estas unidades trabajan realizando un movimiento elíptico, lo que no es útil para cirugía ni endodoncia no quirúrgica. Otra desventaja es la generación de calor, lo que requiere adecuada refrigeración. El segundo método está basado en el principio piezoeléctrico, en el cual se usa un cristal que cambia de dimensión si se le aplica una carga eléctrica. La deformación dentro del cristal es convertida en oscilación mecánica sin producir calor. Como ventaja se obtiene la producción de más ciclos por segundo –40 vs 24 kHz–, y las puntas trabajan en línea recta, ideal para endodoncia y cirugía endodóntica.¹

El uso reciente del US en endodoncia, mejora la calidad de los tratamientos. Se usa para la apertura, limpieza, conformación y obturación de los conductos radiculares, para la remoción de materiales y obstrucciones intraconducto y en cirugía endodóntica.

El propósito de esta revisión de la literatura es informar sobre las numerosas aplicaciones que tiene el US en la práctica endodóntica moderna.

Fecha de recepción:
agosto 2010

Fecha de aceptación y versión final:
septiembre 2010

Aplicaciones del ultrasonido en endodoncia

1. Preparación del acceso, localización de conductos calcificados y remoción de nódulos pulpares fijos

La falta de un acceso en línea recta es la principal causa de instrumentos fracturados y perforación. Para salvar esta circunstancia se introdujeron numerosas fresas para ser usadas con pieza de mano o contrángulos, pero la desventaja de éstas es que rotan, no así las puntas ultrasónicas, lo que aumenta la seguridad y el control manteniendo un eficaz poder de corte.

Uno de los desafíos en endodoncia es la localización de la entrada de los conductos, particularmente cuando dicha entrada está ocluida por dentina secundaria, como es el caso de los molares superiores. El US es excelente para este fin, o sea para remover la dentina secundaria de la pared mesial a fin de poder localizar el conducto bucopalatino (Fig. 1). Se debe recordar que la dentina secundaria es de color blanquecina y opaca mientras que el piso de cámara pulpar es gris oscuro.

Para esta aplicación se utilizan puntas ultrasónicas gruesas diamantadas para la fase inicial de remoción de calcificaciones, interferencias, materiales y dentina secundaria. En cambio, para la localización de los conductos radiculares se emplean puntas delgadas y largas que faciliten el trabajo en áreas profundas mientras mantienen una libre visión. Estas puntas transmiten la oscilación de la unidad ultrasónica más eficientemente dentro de la dentina, resultando en una acción de corte más agresiva. También muestran una mayor tendencia a la ruptura por ser finas.¹

2. Remoción de obstrucciones intraconducto

En diversas circunstancias es necesario remover de los conductos radiculares obstrucciones que impiden la realización de una óptima limpieza y conformación o debido a un retratamiento por fracaso. Estas obstrucciones pueden ser instrumentos separados durante la endodoncia, pernos cementados, materiales de ob-

turación tales como cono de plata o pastas de gran dureza. Para este fin se reportaron muchas técnicas e instrumentos, como fresas, fórceps especiales, instrumentos ultrasónicos en contacto directo o indirecto, técnica de limado periférico en presencia de solventes, quelantes o irrigantes, microtubo de rescate usando técnica mecánica adhesiva y diferentes kits de extractores (Masserann, Gonon, Ruddle).

La energía ultrasónica es de gran ayuda para remover conos de plata, instrumentos fracturados y pernos cementados con un mínimo de daño al diente. Se le aboga esta función porque las puntas ultrasónicas o limas endosónicas pueden ser usadas en la profundidad del sistema del conducto radicular.

El pronóstico de estos casos principalmente depende de la condición preoperatoria de los tejidos periapicales; por esta razón debería intentarse la remoción del instrumento fracturado en todos los casos. Si esto se lograra, el éxito del retratamiento sería posible. Si un instrumento puede ser pasado y el conducto puede ser adecuadamente limpiado y obturado, la endodoncia no quirúrgica es la más deseable. En caso de no poder remover el instrumento fracturado, se prepara y obtura hasta dicho fragmento y el clínico reconsiderará una apropiada cirugía.

Instrumentos fracturados

No existe un procedimiento estandarizado para remover instrumentos fracturados aunque se sugirieron varias técnicas e instrumentos. Estas técnicas han mostrado un limitado éxito porque causan un considerable daño al remanente radicular: desviación del conducto, perforación, extrusión del fragmento fracturado a la zona apical y excesivo ensanchamiento del conducto, una de las causas posibles de fractura radicular vertical.²

D'Arcangelo y col. describen una técnica de remoción de instrumentos fracturados que consiste en una instrumentación manual con limas K de acero inoxidable a lo largo del instrumento fracturado hasta pasarlo o hasta alcanzar la porción coronal del mismo. Esto es seguido por el uso de una lima K con pieza de mano ultrasónica para soltar el instrumento fracturado. Nehme propone un método usando un microscopio quirúrgico y abrasión por un espaciador ultrasónico. Recomienda usar esta técnica con materiales que no se desgasten por la vibración ultrasónica, como instrumentos de acero inoxidable y pernos de metales no preciosos.³

Ruddle propone una técnica para la remoción de instrumentos separados usando fresas Gate Glidden (tamaño 3 o 4) para preparar una plataforma circunferencial en la porción coronaria de la obstrucción; se aconseja su uso en conductos amplios para no correr el riesgo de per-



Fig. 1. Punta ultrasónica ETBD utilizada para localizar conductos calcificados y explorar el piso de la cámara pulpar.

forar la raíz. Recientemente, la preparación de la plataforma circunferencial fue reemplazada por el uso de limas Light Speed.¹ Seguido por el uso de una punta ultrasónica diseñada especialmente por él, llamada CPR, con esta punta se realiza un surco alrededor de la porción coronaria del instrumento fracturado; con el agregado de los efectos vibratorios resulta efectivo para la dislocación del mismo.³ Ward y col. proponen una leve variación de la técnica original de Ruddle, modificar las fresas Gate Glidden seccionando su punta inactiva con una fresa diamantada y creando una fresa cortante de punta aplanada. En un estudio experimental realizado por dichos autores, se evaluó esa técnica para la remoción ultrasónica de instrumentos endodónticos rotatorios de NiTi fracturados en los conductos radiculares. Esta técnica también fue propuesta en el video instruccional de la compañía de unidades piezoeléctricas ultrasónicas Spartan titulado: "Ruddle on retreatment non surgical removal of posts and broken instruments". Con estas fresas modificadas se realizó la plataforma circunferencial alrededor del extremo coronario del instrumento fracturado, seguida de la introducción de puntas ultrasónicas finas usadas en seco como trefinas alrededor de la obstrucción para liberarla, y para su mejor visualización se usó el microscopio operativo.² Se usaron puntas ultrasónicas CPR de zirconio tamaño 5 o 6 (Figs. 2 y 3) y de titanio tamaño 7 u 8; estas últimas se usan cuando el instrumento fracturado se separa en la profundidad del conducto, ya que estas puntas son largas, finas y más flexibles que los tamaños 1 a 5 de zirconio. Se activaron a la menor potencia posible para evitar que se fracturen y en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la obstrucción removiendo dentina y metiéndose poco a poco entre la misma y las paredes del conducto, con solución irrigante de hipoclorito de sodio, lo que causaría que el instrumento fracturado sea liberado y removido. Aunque Ruddle recomienda que esta plataforma sea efectuada mejor en seco, en este estudio la adición de so-

lución irrigante agitada ultrasónicamente pareció ayudar a la remoción final del segmento del instrumento fracturado. Los resultados obtenidos llevaron a la conclusión de que cuanto más allá de la curvatura de los conductos se ubique el instrumento fracturado es más riesgoso intentar su remoción, pues lleva más tiempo y es mayor el desgaste del tejido dentinario.⁴

Por lo tanto, esta técnica es altamente exitosa en la remoción de limas fracturadas y localizadas en los tercios coronal y medio de la curvatura del conducto, pero considerablemente menos exitosa con limas ubicadas en el tercio apical.

Nagai y col. reportaron que el tiempo requerido por el US para remover una lima fracturada es de 3' a 40', mientras que con el método tradicional Masserann varía de 20' a varias horas dependiendo de la forma del conducto. Aunque un nuevo sistema de remoción de limas, FRS, mostró que requiere menos tiempo y produce menos pérdida de dentina que el Kit Masserann y el método ultrasónico.⁵

Durante la remoción ultrasónica de limas separadas intraconducto, se debería tener en cuenta el ascenso de la temperatura de la superficie radicular externa y sus efectos. Atrizadeh y col. indujeron calor dentro de los conductos radiculares de monos usando una punta electroquirúrgica y encontraron áreas localizadas de necrosis en el ligamento periodontal a los 3 días. A los 6 meses fue evidente la reabsorción y la anquilosis. Resultados similares fueron observados por Line y col.³

Eriksson y Albrektsson mostraron cambios térmicos irreversibles en el tejido periodontal de conejos después de la exposición a 47°C por 1'. Ellos sugieren que esta temperatura podría ser aplicada también en humanos y que los efectos dependerían del tiempo de aplicación.³ Osea que 10°C por encima de la temperatura corporal normal de 37°C durante 1' sería la temperatura crítica para inducir necrosis del hueso. Se produce una necrosis grasa y el nuevo hueso no regenerará en estas condiciones.⁶ En otro estudio de los mismos autores, la exposición a una temperatura de 43°C por 1' no produjo cambios significativos.³



Fig. 2. Punta Pro Ultra Endo Zirconio 5.



Fig. 3. Punta Pro Ultra Endo Zirconio 6.

Por lo tanto, el trabajo en seco para remover instrumentos fracturados con puntas ultrasónicas es necesario para mejorar la visibilidad principalmente cuando se trabaja con microscopio quirúrgico, pero es importante tener en cuenta el tiempo de aplicación del US, ya que la alta frecuencia vibratoria y la fricción entre la punta ultrasónica, la dentina y el instrumento fracturado generan calor. La cantidad de calor transmitido a la superficie extrarradicular puede ser en función de varios factores incluyendo: tamaño y textura de la superficie de las puntas ultrasónicas, difusividad térmica y conductividad de la dentina. La dentina es pobre conductora térmica y, de este modo, protege al ligamento periodontal de las altas temperaturas en el interior del conducto. Esta función dependerá del espesor dentinario como fue mencionado por Brown y col.³ A su vez el ligamento periodontal puede disipar el calor por los mecanismos termorreguladores, como el flujo capilar sanguíneo y el metabolismo tisular, previniendo de esta forma el ascenso de la temperatura radicular externa.⁶

En un estudio donde se investigó cómo inflúan estos factores en el ascenso de la temperatura de la superficie radicular externa, se llegó a la conclusión de que cuanto menor sea la densidad dentinaria y más apical se aplique la punta ultrasónica, mayor será el aumento de la temperatura. Se vio también la influencia del tipo de punta ultrasónica y el tamaño; las puntas diamantadas como CPR 5 generaron más calor que las de superficie lisa CPR 6⁷, al igual que las puntas largas ET 40, por ser mayor el área de contacto con la dentina.³ Se llegó a la conclusión de que la punta CPR 5 puede ser usada durante 60" y la punta CPR 6, durante 120".⁷

Pernos del conducto radicular

El US facilita la remoción del perno con mínima pérdida de la estructura dentaria y mínimo daño a la raíz. Muchos estudios se han enfocado en la remoción de pernos metálicos; sin embargo, el retratamiento de dientes con pernos de fibra reforzados con composite y cementados con sistema adhesivo representan un nuevo desafío en los casos en que el tratamiento haya fracasado.

Diferentes kits de fresas han sido propuestas para remover pernos de fibra; sin embargo, la "técnica de ruptura del cemento" de composite por la acción vibratoria del US podría ser efectiva si se realiza con un campo seco; esto incrementaría la acción del US, posiblemente porque aumenta el calor. Éste es un dato importante, ya que se observó que la capacidad de adhesión del cemento resinoso, y consecuentemente la retención mecánica, gradualmente se reduce con el número de ciclos térmicos. Otros

autores, como Bergeron y col. y Garrido y col., opinan lo contrario, y sugieren que la generación de calor sería responsable del incremento en la retención después de la vibración ultrasónica, cuando no se usa refrigeración acuosa.¹

La necesidad de consumir pernos de fibra está basada en el hecho de que la naturaleza viscoelástica de la resina compuesta amortigua las vibraciones y absorbe energía. La conducción de la fuerza de vibración dentro del perno es proporcional al cuadrado de la raíz y al módulo de elasticidad del material del perno. Por lo tanto, un perno de fibra reforzado con composite, que tiene un bajo módulo de elasticidad comparado con el acero inoxidable o titanio, conduce menos la vibración.¹ Y si a esto se le suma un cemento resinoso, afectaría la efectividad del US para la remoción de dichos pernos.⁸ Bergeron y col. y Harman y col. sugieren la misma hipótesis.¹

En un estudio donde se comparó la eficacia y efectividad de varias técnicas para la remoción de pernos de fibra, usando los kits de remoción de cada marca de pernos de fibra y también fresas de diamante seguidos del US, se obtuvo como resultado que los kits de remoción fueron más eficientes (rápidos), mientras que las fresas diamantadas y el US fueron más efectivos (eliminaron completamente los restos de fibra y cemento). Estos kits consisten en diferentes fresas que perforan el perno, rompiendo su integridad interna, pero la porción periférica remanente sigue adherida sólidamente a la dentina radicular; es por eso que el uso posterior del US sería beneficioso para remover los restos de fibra y cemento.⁹

En general, para la remoción de estos pernos se recomienda reducir la porción extrarradicular del perno con fresa quirúrgica larga redonda, al mismo diámetro que la porción intrarradicular para reducir la tensión. Es necesario usar una punta ultrasónica en sentido contrario a las agujas del reloj para remover el cemento de alrededor del perno, seguida de la aplicación de la punta ultrasónica sobre el perno o una pinza que sujete al perno. La punta ultrasónica para este fin deberá ser gruesa y corta para evitar que se fracture.¹

En el caso de los pernos prefabricados, son removidos fácilmente con el US, lo que probablemente se deba a su diseño de paredes paralelas que hacen que no se adapten bien al tercio coronario de la mayoría de los conductos radiculares. Esto permite una fácil ruptura del cemento en el tercio coronario ayudando a su remoción.

En un estudio donde se evaluó el efecto de la vibración ultrasónica como también el efecto de varias combinaciones de selladores sobre la remoción de pernos de titanio, se obtuvo como resultado que el uso de sellador libre de eugenol

incrementó significativamente la retención de los pernos. Se destacó que los grupos que fueron expuestos a la vibración ultrasónica mostraron valores más altos de fuerza de dislocamiento comparados con los grupos que no fueron sometidos a vibración. Esto podría deberse a que no se usó refrigeración acuosa, lo que produjo un aumento significativo de calor en el perno y el cemento, afectando de este modo la fuerza requerida para remover el perno. Otra hipótesis sería la que describe Buoncristiani: "La conductividad de la fuerza vibratoria hacia el perno es proporcional al cuadrado de la raíz y al módulo de elasticidad del material del perno. Materiales duros con alto módulo de elasticidad tienden a conducir mejor la vibración. Un material como el titanio tiene menor módulo de elasticidad que el acero inoxidable, por lo que tiende a ser menos eficiente en conducir las vibraciones. Esto puede resultar en períodos prolongados de instrumentación o requerir alta energía para remover pernos de este tipo de material."⁸

Cuando tenemos pernos metálicos, la recomendación es trabajar en máxima potencia y con refrigeración acuosa por la generación de calor. Cuando el calor es transferido al perno metálico, éste a su vez puede transmitirlo al ligamento periodontal causando daño aun con el uso de una pieza de mano ultrasónica piezoeléctrica.¹

Dominici y col. midieron el ascenso de la temperatura en la superficie radicular cervical durante la remoción ultrasónica de pernos cementados. Observaron un incremento en los niveles de temperatura cuando se realizó la vibración ultrasónica de los pernos por más de 15".^{3,6} Huttula y col. midieron los cambios de temperatura en la superficie radicular externa al usar vibración ultrasónica sobre pernos cementados con y sin refrigeración. Encontraron que la temperatura ascendió cuando los pernos fueron instrumentados en seco.^{3,10} Gluskin y col. reportaron tres casos de quemadura después de la remoción ultrasónica de pernos que resultaron en la extracción de dichos dientes.⁷

Conos de plata y pernos metálicos fracturados

Tradicionalmente, la remoción de conos de plata se realiza con instrumentos de mano o extractores. En la actualidad el US es de gran ayuda. Se realiza un simple canal alrededor del cono de plata con una punta espaciadora ultrasónica y se elimina dentina cuidadosamente siguiendo la longitud axial del cono, tratando de no cortarlo, ya que es muy blando. El espacio creado alrededor del cono debería aflojarlo y éste podría ser removido con una pinza Steiglitz o hemostática.¹

Para remover pernos fracturados del conducto radicular, se debe exponer la porción coronaria del mismo y realizar una especie de canal a su alrededor con una fresa diamantada fina. Se lleva la punta ultrasónica al sitio del fragmento y se aplica a toda potencia por períodos de pocos segundos y con refrigeración acuosa. Esto debería inducir la dislocación del fragmento del perno, el cual podría ser removido con una pinza fina.¹

3. Limpieza y conformación del sistema del conducto radicular

Una importante consideración para la selección de un diseño ultrasónico en particular es la eficacia de corte de la dentina. Ésta se puede definir como la capacidad de remover dentina intraconducto a expensas de un mínimo de tiempo y energía.¹¹

Se realizó un estudio donde se comparó in vitro la eficacia de corte de dos unidades ultrasónicas utilizando diferentes tipos de puntas y de potencia. Como resultado se obtuvo que la unidad ultrasónica P5 Booster (Satelec-France) (Fig. 4) fue más efectiva en la remoción de dentina que la unidad ultrasónica Spartan (Obtura-Spartan, Fenton) para ambas potencias (máxima y media). La punta ET-20D (Satelec-France) fue más efectiva en la remoción de dentina que la punta CPR-2D (Obtura-Spartan, Fenton) para ambas unidades y potencias. Una posible



Fig. 4. Unidad ultrasónica Suprasson P-5 Booster.

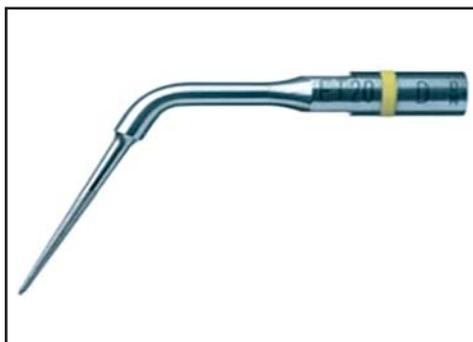


Fig. 5. Punta ultrasónica ET20 D.

razón es que la punta ET-20D (Fig. 5) es fina, por lo tanto es capaz de transmitir la oscilación de la unidad ultrasónica más eficientemente dentro de la dentina.¹²

Lin y col. evaluaron in vitro la eficacia de corte de tres diferentes puntas ultrasónicas en el tratamiento endodóntico ortógrado: acero inoxidable CT-4-S, nitrato de zirconio CPR-2C y punta de corte diamantada ET-20D. Los resultados mostraron una mayor eficacia de corte de las puntas diamantadas que de las de acero inoxidable y las de zirconio. Entre estas dos últimas puntas, no hubo diferencias estadísticas significativas. La mayor eficacia de corte de las puntas diamantadas quizás se deba a que este material provee a la punta de una superficie abrasiva a lo largo de la misma, mientras que el principal mecanismo de acción de la punta de superficie lisa es la de picar. También se demostró en un estudio de Ahmad y col. que las limas de menor tamaño generan mayor amplitud de oscilación.¹¹

La efectividad de la irrigación es importante por la acción mecánica de lavado que ayuda a remover detritus orgánicos y dentinarios, como también microorganismos del conducto; y por otro lado la acción química del irrigante, que disuelve el tejido. La acción de lavado de la jeringa de irrigación es relativa porque depende no sólo de la anatomía del conducto sino también de la colocación en profundidad de la aguja y del diámetro de la misma. Se demostró que los irrigantes sólo pueden progresar 1 mm más allá de la punta de la aguja. Por ello se introdujeron agujas de irrigación delgadas con puntas de seguridad puesta en la longitud de trabajo o a 1 mm menos, proveyendo una eficaz irrigación. Sin embargo, la limpieza total de la porción apical de cualquier preparación resulta dificultosa. El único camino efectivo para limpiar es el movimiento continuo de la solución irrigadora; para esto el US es de gran ayuda, como también en los lugares anatómicos de difícil acceso (canales accesorios, reabsorción interna).¹ Ahmad y col. reportaron que la limpieza dentro del conducto vía cavitación ocurre con el tipo de lima ultrasónica y requiere una preparación apical del conducto mínimo de una lima 40.¹³

El US también sirve para la desinfección de los conductos radiculares, probablemente porque el flujo penetra en el tejido orgánico generando la ruptura del mismo, como fue propuesto por Walmsley.¹

En otro estudio se comparó la eficacia antibacteriana in vivo de la técnica de instrumentación manual/rotatoria vs manual/rotatoria más 1' de irrigación ultrasónica en los conductos mesiales de molares inferiores. Se llegó a la conclusión de que la adición de irrigación ultrasónica después de la limpieza y conformación manual/rotatoria

reduce significativamente las UFC (unidades formadoras de colonias) y fue más fácil obtener cultivos negativos que la instrumentación manual/rotatoria sola. Varios autores han discutido e investigado el mecanismo de limpieza ultrasónica. Stumpf y col. aseveran que la cavitación es el principal mecanismo responsable de la destrucción de las bacterias después de la exposición al US. La cavitación es una oscilación radical que produce un colapso de burbujas de gas en un campo acústico, lo cual resulta en la generación de un aumento de la temperatura y radicales libres. Yumita y col. muestran que dicha cavitación transitoria podría dañar la pared y la membrana celular. Pitt y col. demuestran que la disrupción de la membrana es rápidamente reparada, indicando que sólo el US no es letal para las bacterias. Qian y col. y Ahmad sugieren la misma hipótesis. Joyce y col. mostraron que la baja frecuencia ultrasónica causa la desaglomeración de las bacterias del biofilm seguida de la acción de cavitación. Esta desaglutinación de las células bacterianas dentro del conducto radicular puede hacer a las bacterias individualmente más susceptibles a la acción química del irrigante;¹⁴ como establecieron Byström y Sundqvist: para eliminar la bacteria es necesaria la acción de un agente desinfectante.¹⁵

También se evaluó el efecto de la activación ultrasónica pasiva de irrigantes como clorexidina 2% e hipoclorito de sodio 5,25% sobre la actividad antimicrobiana residual en conductos radiculares. Se obtuvo como resultado que la actividad antimicrobiana residual con clorexidina 2% fue estadísticamente superior a la del hipoclorito de sodio 5,25% con irrigación sola y con activación ultrasónica pasiva final. Los grupos experimentales de clorexidina demostraron una actividad antimicrobiana residual a lo largo de 7 días.¹⁶

Cameron postula que hay un efecto sinérgico entre el hipoclorito de sodio y el US. La capacidad del hipoclorito de sodio para disolver colágeno es aumentada con calor, efecto que sería producido por la acción ultrasónica.¹ En un estudio in vitro se evaluó el efecto del EDTA 17% con la adición del US sobre la remoción del barro dentinario, obteniendo como resultado que esta combinación mejora la penetración de las soluciones irrigantes en el tercio apical del conducto radicular y los túbulos dentinarios.¹⁷

Se aplican los instrumentos ultrasónicos después de la preparación del conducto; de esta manera las limas sónicas o ultrasónicas son activadas de forma pasiva, colocadas a 1 o 2 mm menos de la longitud real de trabajo. El flujo acústico producirá una suficiente limpieza del conducto comparado con la irrigación manual solamente. También la vibración ultrasónica puede ser efectiva cuando tocamos el mango de la lima manual

insertada en el interior del conducto. La libre oscilación del instrumento causaría un mayor efecto vibratorio en la solución irrigadora que usar un instrumento que ajuste a las paredes del conducto, y para evitar socavar y perforar las paredes del mismo se usan limas tipo K.¹

En un estudio se comparó el desbridamiento ultrasónico pasivo entre instrumentos acanalados (limas) y no acanalados (espaciadores) en los conductos radiculares, llegándose al resultado de que 3' de activación con una lima deja menos detritus que 1' de activación con un espaciador. Para ello se usa una lima tipo K 15 que quede holgada en el conducto para que al vibrar no toque las paredes y no cree surcos. Si el conducto es muy estrecho, es mejor usar un espaciador digital. El espaciador amarillo tiene un D0 de 0,15 mm y una conicidad de 0,4. Hay que colocar tanto la lima como el espaciador 1 mm menos de la longitud real de trabajo. Se debe realizar un movimiento continuo de entrada y salida avanzando de 2 a 3 mm acercándose a apical. Gutarts y col. desarrollaron una aguja de irrigación calibre 25 activada ultrasónicamente que puede ser conectada a una unidad ultrasónica piezoeléctrica y activada a alta potencia sin que la aguja se fracture.¹⁸ En un estudio in vivo se comparó histológicamente la eficacia de desbridamiento de la preparación manual/rotatoria vs la técnica manual/rotatoria/US en conductos mesiales de molares inferiores humanos. Como resultado se obtuvo que 1' de irrigación activada ultrasónicamente después de la instrumentación manual/rotatoria resulta en una significativa limpieza de los conductos e istmos de las raíces mesiales de molares inferiores; con el US la limpieza de los conductos fue de 99 a 100% y en los istmos fue de 73 a 96%, mientras que sin irrigación ultrasónica la limpieza de los conductos fue de 75 a 99% y en los istmos, de 15 a 38%. La aguja de irrigación usada fue de Becton Diekinson y Company, Franklin Lakes, NJ y llegó a 4-5 mm de la longitud real de trabajo.¹³

Para la irrigación ultrasónica se usa potencia media, y un tiempo de irrigación pasiva de 30" a 1' parecería ser suficiente para producir la limpieza de los conductos, mientras otros recomiendan 2'. Un tiempo corto permite mantener la lima centrada en el conducto.¹

4. Obturación y desobturación del conducto radicular

El US puede usarse con la técnica de condensación lateral de la gutapercha superando a la técnica convencional, ya que los espaciadores ultrasónicos vibran linealmente y producen calor; de este modo termoplastifican la gutapercha logrando una masa más homogénea con

un menor número y tamaño de espacios, lo que produce una completa obturación tridimensional del sistema de conducto radicular.

Numerosos protocolos de obturación han sido descritos para la condensación ultrasónica de la gutapercha: a) ablandamiento ultrasónico de un cono principal seguido de la condensación lateral en frío; b) uno o dos tiempos de activación ultrasónica, y después completar con condensación lateral en frío; c) activación ultrasónica después de la colocación de cada cono accesorio. Desde el punto de vista práctico, la condensación ultrasónica de la gutapercha es rápida y tiene diversas ventajas sobre otras técnicas de condensación lateral en caliente: el calor sólo se genera durante la activación ultrasónica; inmediatamente después que cesa dicha activación el condensador se enfría y la gutapercha no se pegaría al retirar el instrumento. También la baja temperatura producida por la unidad al trabajar en baja potencia resulta en menos cambios volumétricos de la gutapercha hasta que se enfría. El tamaño de los espaciadores ultrasónicos puede ser escogido lo más semejante posible al diámetro del conducto radicular, también pueden ser precurvados siguiendo la curvatura del conducto.¹

La técnica de obturación ultrasónica recomendada consiste en la colocación del cono principal de gutapercha hasta la longitud de trabajo seguido de la condensación lateral en frío de 2 o 3 conos accesorios usando un espaciador digital. Posteriormente, el espaciador ultrasónico es colocado en el centro de la masa de gutapercha 1 mm menos de la longitud de trabajo y activado a potencia intermedia para prevenir el recalentamiento de la superficie radicular y la fractura de dicho espaciador. Después de la activación, el espaciador es removido y un cono accesorio es colocado, seguido nuevamente de la activación ultrasónica. Este proceso es repetido hasta que el conducto es llenado. El espaciador ultrasónico debe ser accionado por cerca de 10" para realizar la termoplastización. Si se deja en el conducto por más tiempo podría producir un aumento en la temperatura que es dañino para la superficie radicular. En adición, se demostró que la colocación del sellador con una lima energizada ultrasónicamente asegura un mejor recubrimiento de las paredes del conducto, con más conductos accesorios obturados (al ser evaluados radiográficamente), comparados con la colocación del sellador con instrumentos de mano.¹

Se realizó un estudio donde se comparó cuantitativamente la densidad de la condensación lateral en frío de la gutapercha con la condensación lateral en caliente con un espaciador



Fig. 6. Retropuntas E30RD, E30LD, E31D y E32D.

activado ultrasónicamente. Los resultados indicaron que esta última provee una obturación más densa de la gutapercha. La primera aplicación de calor con el US produjo un incremento de peso del 26,92% y la segunda aplicación produjo un incremento adicional del 5,95%.¹⁹

En otro estudio se evaluó la eficacia del US vs la instrumentación rotatoria para la remoción de MTA del conducto radicular usado como material de obturación. Los resultados mostraron que el MTA no pudo ser removido completamente con ninguna de las dos técnicas de remoción; sin embargo, la combinación de ambas, rotatorio con US, fue de gran ayuda.²⁰

Witherspoon y Ham describieron el uso del US para la colocación de MTA en los casos de dientes con ápices abiertos, ya que las irregularidades naturales de dichos ápices crean verdaderos espacios o lagunas marginales entre la interfase material y la dentina. La colocación de MTA con vibración ultrasónica y un condensador endodóntico mejora el fluido, sellado y adaptación del MTA, que radiográficamente aparece más denso, con menos espacios. El método de colocación recomendado consiste en la selección de una punta condensadora ultrasónica con la que se coloca el MTA, seguida de la activación ultrasónica de la punta, moviendo lentamente hacia abajo, con movimiento vertical de 1 o 2 mm empaquetando el MTA. En el caso de la presencia de un defecto apical en la curvatura del canal, Ruddle recomienda llevar el MTA hasta lo más profundo del conducto utilizando un cono de gutapercha flexible como un atacador. También se puede llevar con una lima de acero inoxidable 15 o 20 precurvada hasta 1 o 2 mm de la longitud real de trabajo. Esto es seguido de la acción ultrasónica indirecta: el ultrasonido toca el mango de la lima. La energía vibratoria hará que el MTA obture las configuraciones de los conductos laterales. Esta técnica fue recomendada inicialmente para colocar el MTA en ápices abiertos y divergentes, pero también puede ser usada para colocar el material

en cavidades retrógradas y sellar perforaciones radiculares, principalmente las de piso de la cámara pulpar.¹

5. Cirugía endodóntica

La cirugía es una alternativa en situaciones en las cuales es necesario conservar una pieza dentaria que de lo contrario sería extraída. Las cavidades retrógradas han sido tradicionalmente preparadas con fresas redondas medianas a pequeñas, o cono invertido en una micropieza de mano. Varios problemas surgían al realizar estas preparaciones convencionales, como: preparación cavitaria no paralela al conducto, acceso dificultoso al ápice y riesgo de perforación hacia lingual de la raíz, incapacidad de realizar una preparación lo suficientemente profunda comprometiendo la retención del material de obturación retrógrada, una resección radicular pobre que requería un mayor bisel de corte, exponiendo más túbulos dentinarios y favoreciendo la filtración apical, y también tejido del istmo dificultoso de remover.

Desde el año 1990 han sido comercializadas retropuntas microquirúrgicas accionadas sónicamente y ultrasónicamente; se les atribuye la primera preparación retrógrada con insertos ultrasónicos a Bertrand y col.

El desarrollo de retropuntas ultrasónicas y sónicas ha revolucionado la terapia retrógrada, mejorando el proceder quirúrgico con un mejor acceso al ápice de la raíz, lo que resulta en una mejor preparación del conducto. Las retropuntas ultrasónicas vienen de varias formas, con dimensiones de aproximadamente 0,25 mm de diámetro, y con diferentes angulaciones (Fig. 6), lo que brinda una gran ventaja clínica, como sería el acceder al ápice radicular y trabajar en un espacio tan reducido a través de una pequeña osteotomía. El efecto de limpieza y la capacidad de corte de las retropuntas ultrasónicas han sido descritos como satisfactorios por muchos autores. Además el US produce menos barro dentinario en las retrocavidades, comparado con las piezas de mano.

El refinamiento o acabado de los márgenes de las cavidades con las puntas ultrasónicas posibilita el efecto de fluido del material de obturación dentro de las mismas y aumentando su sellado.¹

En un estudio por Walmsley y col. se investigó la filtración de las retrocavidades realizadas con puntas ultrasónicas y su relación con el diseño de las puntas. Las retropuntas de marcada angulación aumentan la oscilación transversal y disminuyen la oscilación longitudinal, golpeando con fuerza el instrumento hasta curvarlo o fracturarlo;¹ esta fractura ocurre siempre en una de las curvas generalmente a 2 o 3 mm de la punta.¹¹ Los autores sugieren reducir la an-

gulación e incrementar las dimensiones de las puntas para resistir las fracturas. Esto puede ser cierto, pero un diseño recto restringiría el acceso y un instrumento grueso impediría la instrumentación de los istmos.¹

Una información controversial con las retro-preparaciones sónicas o ultrasónicas es la formación de *cracks* o microfracturas y sus implicancias en el éxito de la reparación. Algunos estudios indican que esto es una posible desventaja. Khabbaz y col. encuentran que los *cracks* no se correlacionan directamente con la superficie del ápice radicular sino con el tipo de retropunta usada. La preparación realizada con puntas ultrasónicas de acero inoxidable lisas producen menos *cracks* intradentarios que las de acero inoxidable diamantadas y sónicas. Estas microfracturas retrógradas podrían influir sobre el proceso de curación periapical y filtración apical. La reabsorción apical como parte del proceso de reparación puede eliminar los defectos de la superficie y contribuir al éxito del tratamiento.¹ Por lo contrario, Navarre y Steiman concuerdan en que estas microfracturas no fueron causadas por la instrumentación ultrasónica al evaluar dos diferentes tipos de puntas.¹²

En otro estudio se evaluó el tiempo requerido para la realización de la cavidad apical, la aparición de fracturas y la calidad de la preparación cavitaria usando tres diferentes puntas ultrasónicas: Satelec, Trinity y una nueva punta CDV realizada por la deposición de vapor químico (Vale, Saõ José dos Campos, SP, Brasil). Los resultados mostraron que el grupo preparado con las puntas CDV requirió menos tiempo de trabajo, lo que se debería a la capacidad de corte que tienen por su capa gruesa de puro diamante. No se observaron fracturas ni tampoco hubo diferencias significativas de la calidad de preparación entre las tres puntas, a pesar de que las preparaciones más regulares fueron para Satelec y Trinity.²¹

La unidad ultrasónica trabaja a potencia media y la profundidad de las cavidades es de 2,5 a 3 mm. Esta profundidad permite un mínimo espesor del material, suficiente para proveer un efectivo sellado apical. Las paredes de la cavidad deben ser paralelas y seguir la línea del espacio pulpar. Las cavidades retrógradas son inicialmente realizadas con una retropunta diamantada, para aprovechar su capacidad de corte; esto ayuda también a remover los materiales de obturación del conducto radicular, seguido por una retropunta lisa para alisar y limpiar las paredes de la cavidad. La punta condensadora activada ultrasónicamente se utiliza para la colocación de los materiales de obturación retrógrada. También puede ser utilizada

para pulir la superficie del material y el ápice, lo que es beneficioso para la eliminación de las bacterias extrarradiculares responsables de la reinfección.¹

Conclusión

La integración de nuevas tecnologías, como el US, a nuestro accionar endodóntico diario mejora las técnicas de trabajo y obtiene resultados más satisfactorios. Finalmente, la destreza y experiencia del operador son importantes para la seguridad y el éxito del tratamiento.

Bibliografía

1. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Osma F. **Ultrasonics in endodontics: a review of the literature.** *J O Endod.* 2007;33:81-95.
2. Souter NJ, Clin Dent D, Messer HH. **Complications associated with fractured file removal using ultrasonic technique.** *J O Endod.* 2005;31:450-2.
3. Hashem AAR. **Ultrasonic vibration: temperature rise on external root surface during broken instrument removal.** *J O Endod.* 2007;33:1070-3.
4. Ward JR, Parashos P, Messer HH. **Evaluation of an ultrasonic technique to remove fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: an experimental study.** *J O Endod.* 2003;29:756-63.
5. Terauchi Y, O'Leary L, Kikuchi I, Asanagi M, Yoshioka T, Kobayashi Ch et al. **Evaluation of the efficiency of a new file removal system in comparison with two conventional systems.** *J O Endod.* 2007;33:585-8.
6. Dominici JT, Clark S, Scheetz J, Eleazer P. **Analysis of heat generation using ultrasonic vibration for post removal.** *J O Endod.* 2005;31:301-3.
7. Madarati AA, Qualtrough AJ, Watts DC. **Factors affecting temperature rise on the external root surface during ultrasonic retrieval of intracanal separated files.** *J O Endod.* 2008;34:1089-92.
8. Bergeron BE, Murchison DF, Schindler WG, Walker WA. **Effect of ultrasonic vibration and various sealer and cement combinations on titanium post removal.** *J O Endod.* 2001;27:13-7.
9. Lindermann M, Yaman P, Dennison JB, Herrero AA. **Comparison of the efficiency and effectiveness of various techniques for removal of fiber posts.** *J O Endod.* 2005;31:520-2.
10. Huttula AS, Tordik PA, Imamura G, Eichmiller FC, McClanahan SB. **The effect of ultrasonic post instrumentation on root surface temperature.** *J O Endod.* 2006;32:1085-7.
11. Lin Y, Mickel AK, Jones JJ, Montagnese TA, González AF. **Evaluation of cutting efficiency of ultrasonic tips used in orthograde endodontic treatment.** *J O Endod.* 2006;32:359-61.
12. Paz E, Satorsky J, Moldauer I. **Comparison of the cutting efficiency of two ultrasonic units utilizing two different tips at two different power settings.** *J O Endod.* 2005;31:824-6.
13. Gutarts R, Nusstein J, Reader A, Beck M. **In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand rotary instrumentation in human mandibular molars.** *J O Endod.* 2005;31:166-70.
14. Carver K, Nusstein J, Reader A, Beck M. **In vivo antibacterial efficacy of ultrasound after hand and rotary instrumentation in human mandibular molars.** *J O Endod.* 2007;33:1038-43.

15. Spoleti P, Siragusa M, Spoleti MJ. **Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation.** *J O Endod.* 2003;29:12-4.
16. Weber CD, Mc Clanahan SB, Miller GA, Diener- West M, Johnson JD. **The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5,25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals.** *J O Endod.* 2003;29:562-4.
17. Lui JN, Kuah HG, Chen NN. **Effect of EDTA with and without surfactants or ultrasonics on removal of smear layer.** *J O Endod.* 2007;33:472-5.
18. Munley PJ, Godell GG. **Comparison of passive ultrasonic debridement between fluted and nonfluted instruments in root canals.** *J O E ndod.* 2007;33:578-80.
19. Deitch AK, Liewehr FR, West LA, Patton WR. **A comparison of fill density obtained by supplementing cold lateral condensation with ultrasonic condensation.** *J O Endod.* 2002;28:665-7.
20. Boutsoukis C, Noula G, Lambriamidis T. **Ex vivo study of the efficiency of two techniques for the removal of mineral trioxide aggregate used as a root canal filling material.** *J O Endod.* 2008;34:1239-42.
21. Bernardes RA, de Moraes IG, García RB, Bernardineli N, Baldi JV, Victorino FR. **Evaluation of apical cavity preparation with a new type of ultrasonic diamond tip.** *J O Endod.* 2007;33:484-7.

Agradecimiento

La autora agradece la colaboración de la odontóloga especialista en Endodoncia, Ana García Rusco, en la revisión del artículo como así también en las imágenes cedidas.

Dirección del autor

Mendoza 360 (S) 1º D
Torres de Cuyo (Torre Este)
(5400) Pcia. de San Juan, Argentina.
e-mail: teresita.g.romano@gmail.com

Nota: artículo original publicado en: <https://www.raoa.aoa.org.ar>